



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: 195 08 200.1  
22 Anmeldetag: 10. 3. 95  
43 Offenlegungstag: 12. 9. 98

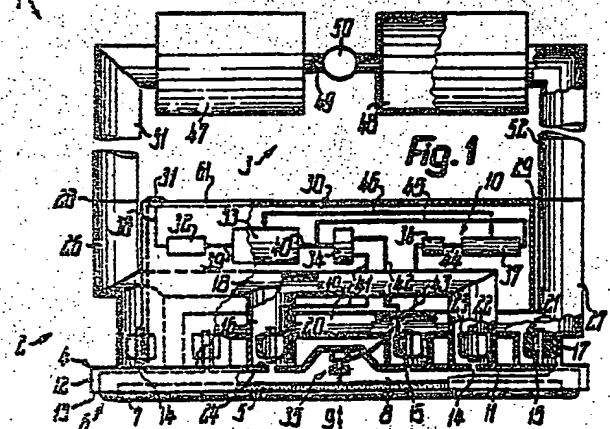
71 Anmelder:  
Schäfer, Norbert, 74214 Schöntal, DE

72 Erfinder:  
gleich Anmelder

Der Inhalt dieser Schrift weicht von den am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ab

54 Lautsprecher, insbesondere Tieftöner

57 Die plattenförmig ebene Schallmembran (5) eines Tieftöners (2) wird über Steuermittel (10) pneumatisch angetrieben, wobei rasterartig verteilte Einlaß- und Auslaß-Ventile (20, 21) in einen geschlossenen Raum (8) an der Rückseite der Membran (5) münden und über Druck- bzw. Unterdruckbehälter (47, 48) versorgt werden. Die Tiefe des Raumes (8) ist nur geringfügig größer als die Hälfte des maximalen Membranhubs.



DE 195 08 200 A 1

DE 195 08 200 A 1

Die Erfindung betrifft einen Schallerzeuger, dessen ins Freie schallabgebender Bauteil von einem modulierten Signalstrom angetrieben wird, welcher von einem Mikrofon bzw. einem Abspielgerät, wie einem Schallplattenspieler, einem Tonbandgerät, einem Rundfunkgerät oder dergl. kommt und üblicherweise durch einen Verstärker verstärkt ist.

Die ständig hin- und hergehende Hubbewegung der Membran verändert kolbenartig das Volumen eines Fluid-Raumes, wobei die wirksame Kolbenfläche unmittelbar durch die Membran oder durch einen im Abstand von dieser liegenden, jedoch zweckmäßig starr mit der Membran verbundenen Bauteil gebildet sein kann. Um Schallabstrahlungen von der Rückseite der Membran zu vermeiden ist dieser Raum meist schalldämpfend ausgebildet, z. B. mit einer Füllung von schalldämpfendem Material versehen. Ist dieser Raum nach außen im wesentlichen abgedichtet, so bedarf es eines verhältnismäßig großen Volumens, um auf die Membran zurückwirkende Druckschwankungen möglichst gering zu halten.

Der Erfindung liegt auch die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung der beschriebenen Art zu schaffen, bei welcher Nachteile bekannter Ausbildungen bzw. der beschriebenen Art vermieden sind und die insbesondere eine hohe Qualität der Tonwiedergabe bzw. eine wesentliche Reduzierung von Störgeräuschen gewährleistet.

Erfindungsgemäß wird die Fluid-Füllung im Fluid-Raum wenigstens teilweise so laufend dynamisch geändert, daß diese Änderung der genannten Volumenveränderung dieses Raumes entspricht. Bei Volumenverkleinerungen des Raumes wird aus diesem Fluid herausgeführt und bei einer Volumenvergrößerung Fluid hineingeführt. Diese Füllungsveränderung kann der Membranbewegung unmittelbar nachfolgen, vorausseilen und/oder im wesentlichen gleichzeitig bzw. verzögerungsfrei mit der Membranbewegung bewirkt werden. Es ist denkbar, für eine einzige Membran oder mehrere Membranen jeweils nur in einer einzigen Ausführung oder in mehreren Ausführungen einen Grundkörper, eine Membran-Lagerung, einen Membran-Antrieb und einen Fluid-Raum vorzusehen, wobei hier gesonderte Fluid-Räume gegeneinander abgedichtet sein, gesondert gesteuert werden und/oder gesonderten Membran-Antrieben zugeordnet sein könnten.

Zur modulierten Steuerung des Zu- und Herausführens des Fluids in bzw. aus dem Fluid-Raum sind vorteilhaft Steuermittel vorgesehen, welche diese Fluid-Beaufschlagung von außerhalb des Fluid-Raumes teilweise oder ausschließlich als Funktion des Erreger-Signalstromes steuern. Es ist denkbar die Membranbewegung teilweise oder vollständig elektromagnetisch bzw. durch die Fluid-Beaufschlagung anzutreiben. Im letzteren Fall kann auf einen elektromagnetischen Antrieb vollständig verzichtet werden. Die gesteuerten Druckdifferenzen im Fluid-Raum betragen mindestens bzw. höchstens 0,02 bzw. 0,05 bzw. 0,2 oder 0,3 bar und liegen bevorzugt bei 0,1 bar.

Als Fluid ist insbesondere ein Gas, wie Luft, geeignet, so daß das Fluid kompressible Eigenschaften aufweist. Da der Füllungsinhalt des Fluid-Raumes an dessen Volumenänderungen dynamisch angepaßt wird, kann sein Ruhenvolumen sehr klein gewählt werden. Die in Richtung der Hubbewegung zu messende Tiefe des Fluid-Raumes braucht nur so groß wie die maximale, nach hinten gerichtete Bewegung der Membran aus der Ru-

herstellung zuzüglich einer demgegenüber wesentlich kleineren Zusatztiefe zu sein, um ein Anschlagen der Membran gegen den ihr gegenüberliegenden Raumboden zu vermeiden. Ein den Fluid-Raum mit dem Kolben bzw. der Membran umschließendes Lautsprecher-Gehäuse kann daher, wie der gesamte Lautsprecher, plattenförmig flach ausgebildet sein. Die Plattendicke kann als Höchst- bzw. Niedrigstwert etwa 7, 5, 3 oder 2 cm betragen.

Die Füllungsänderung des Fluid-Raumes ist vorteilhaft ventiltgesteuert, z. B. über Magnetventile, digital zwischen geschlossen und offen umsteuernde Ventile, gesteuert den Ventil-Durchlaßquerschnitt stufenlos verändernde Analogventile oder dergl. Das jeweilige Ventil weist zwei ineinandergreifende Ventileile, z. B. einen bewegbaren Ventilkörper und einen gegenüber dem Grundkörper feststehenden Ventilsitz auf. Der Ventilsitz des jeweiligen Ventiles liegt zweckmäßig unmittelbar benachbart zum Fluid-Raum bzw. im Bereich von dessen Innenbegrenzung, so daß sich vom Ventilsitz bis zu dieser Begrenzung bzw. bis zum Fluid-Raum möglichst geringe Strömungswege von unter 10, 5 oder 3 mm ergeben. Der jeweilige Ventilsitz kann dabei vom Fluid-Raum abgekehrt oder diesem zugekehrt liegen. Die unmittelbar an den Fluid-Raum anschließende Anschluß- bzw. Ventilöffnung kann quer oder rechtwinklig zur Membran bzw. zum gegenüberliegenden Membranabschnitt, parallel zur Hubbewegung und/oder quer bzw. rechtwinklig dazu liegen. Die Öffnung kann dabei nach Art einer Düse unmittelbar gegen die Rückseite der Membran gerichtet sein.

Vorteilhaft sind zum Zu- und Herausführen des Fluids gesonderte Anschlußöffnungen, nämlich Einlaß- und Auslaßöffnungen vorgesehen und zwar jeweils eine Mehrzahl in einer Rasteranordnung, welche einem Zeilen- und Spaltenraster von 6, 8, 12 oder 16 Zeilen bzw. Spalten als Höchst- und/oder Niedrigstanzahl entsprechen kann. In diesem Raster liegen die Einlaß- und Auslaßöffnungen abwechselnd z. B. so, daß jede Einlaßöffnung von 4 Auslaßöffnungen und jede Auslaßöffnung von 4 Einlaßöffnungen umgeben ist. Die Anschlußöffnungen sind dabei über den größten Teil der in Richtung der Hubbewegung zu messenden Grundfläche der Membran verteilt, nämlich annähernd bis zu deren Außenkanten bzw. Lagerung und/oder bis zum Membranzentrum, in welchem jedoch, z. B. zur Unterbringung einer Einheit der Steuermittel, eine von Anschlußöffnungen freie Mittelzone vorgesehen sein kann.

Alle Einlaßöffnungen bzw. alle Auslaßöffnungen können jeweils gemeinsam an eine einzige oder in Untergruppen jeweils gesondert an eine Druckquelle für das Fluid, nämlich eine Überdruckquelle bzw. eine Unterdruckquelle angeschlossen sein. Die hierzu erforderlichen, unmittelbar in die jeweiligen Anschlußöffnungen mündenden Kanäle können mit ihren Durchlaßquerschnitten annähernd die gesamte Grundfläche der Membran einnehmen und als flachplattenförmiger Aufbau an der Rückseite des Grundkörpers bzw. an der Außenseite des Bodens des Fluid-Raumes angeordnet sein, so daß sie die genannte Dicke der Plattenform höchstens um das Doppelte bis Dreifache vergrößern. Benachbarte Kanäle sind jeweils vorteilhaft durch eine einzige Trennwand gegeneinander abgedichtet. Ihre lichte Weite ist zweckmäßig größer als die der Anschlußöffnungen, so daß sie einen Bestandteil der bis zum jeweiligen Ventilsitz reichenden Überdruck- bzw. Unterdruckkapazität bilden.

Für jede Anschlußöffnung oder jeweils für mehrere

kann ein gesondertes Ventil vorgesehen sein, dessen Ventilantrieb bzw. Ventilkörper vollständig oder teilweise innerhalb des Kanals, innerhalb des Fluid-Raumes und/oder innerhalb der Anschlußöffnung liegen kann. Entsprechend kann auch jedes Einlaß- bzw. Auslaßventil einzeln oder in Untergruppen mit weiteren Einlaß- bzw. Auslaßventilen gesondert angesteuert werden, obwohl auch alle Einlaßventile einerseits bzw. Auslaßventile andererseits gemeinsam angesteuert werden können. Dadurch, wie auch durch mindestens ein Analogventil je Ventilgruppe, ist eine sehr genaue Feinsteuerung der Fluid-Beaufschlagung und damit der Membranbewegung zu bewirken.

Die Membran verschließt den Fluid-Raum gemeinsam mit ihrer Lagerung zweckmäßig druckdicht. Sie besteht vorteilhaft aus einem Leichtbaustoff von weniger als 100 kp pro m<sup>3</sup> bzw. 0,7 oder 0,5 kp pro m<sup>2</sup> ihrer Grundfläche bei einer durchgehend im wesentlichen konstanten Membrandicke von z. B. weniger als 10 bzw. 7 mm oder mehr als 2 bzw. 4 mm. Die Membran kann über den größten Teil ihrer Dicke bzw. in ihrem Kern durch einen Kunststoffschäum, wie einen geschlossenzelligen Hartschaum gebildet sein, welcher z. B. mit eingebetteten Armierungsfasern versehen oder von diesen vollständig frei ist. Die Membran läßt sich einfach als Zuschnitt aus einer ebenen Rohplatte herstellen, so daß für ihre Formgebung nur ihre Außenkanten bearbeitet werden müssen. Ihre Biegesteifigkeit ist zweckmäßig so groß, daß sie bei frei ausragender Randeinspannung am freien Ende einer Biegebelastung mit mindestens 2-, 3- oder 4fachen ihres Eigengewichtes im wesentlichen ohne Biegeverformung, widersteht. Ferner ist sie unter betriebsbedingten Belastungen inkompressibel bzw. über ihre Dicke nicht rückfedernd elastisch. An der vorderen und/oder hinteren Grund-Membranfläche kann sie mit einer Deckschicht nach Art einer Zugfolie oder dergl. im wesentlichen vollflächig beschichtet sein, welche z. B. aus einem faserigen Substratwerkstoff von weniger als 1 oder 0,5 mm Dicke besteht. Diese, gegenüber dem Kernkörper wesentlich dichtere und im wesentlichen gegen Durchtritt des Fluids schließende Beschichtung deckt die zugehörige porige Oberfläche des Kernkörpers vollständig ab.

Der Lautsprecher bzw. die zu ihm gehörenden Kanäle sind zweckmäßig zerstörungsfrei leicht lösbar an eine gesonderte Antriebseinheit anzuschließen, welche für die Fluid-Druckzuführung, Einlaßöffnungen bzw. Einlaßventile sowie einen Überdruckbehälter und/oder für die Fluid-Absaugung, Auslaßöffnungen bzw. Auslaßventile sowie einen Unterdruckbehälter enthält. Der jeweilige Behälter kann von einer oder mehreren gesonderten Pumpen unter Druck gesetzt bzw. evakuiert werden oder die jeweilige Pumpe kann das aus dem Unterdruckbehälter zur Evakuierung abgesaugte Fluid unmittelbar in den Überdruckbehälter pumpen.

Beträgt z. B. die Volumenänderung des Fluid-Raumes je Einzelhub weniger als 1 Liter, wie etwa 1/5 Liter, so ist demgegenüber das Speichervolumen des jeweiligen Behälters, ggf. einschließlich der Kanäle bis zum zugehörigen Ventilsitz bzw. den zugehörigen Ventilsitzen, wesentlich größer, beispielsweise 30, 50, 70 oder 100 mal größer, wobei jeder dieser Werte einen Mindest- oder Maximalwert darstellen kann. Im genannten Fall läge das Speichervolumen bei etwa 10 bis 20 Litern. Die Literleistung der Pumpe ist demgegenüber vorteilhaft wesentlich größer, nämlich 500-, 1000- oder 1500fach größer als die genannte Volumenänderung je Einzelhub, wobei auch hier die Werte jeweils Minimal- oder Maxi-

malwerte darstellen können. Im genannten Fall ergibt sich eine Leistung von etwa 250 Litern pro Minute. Der jeweilige Behälter, wie auch im wesentlichen alle Kanäle sind so formsteif ausgebildet, daß sie unter den auftretenden Druckänderungen keinen oder allenfalls unwesentlichen Änderungen ihrer Speicher- bzw. Durchlaßquerschnitte ausgesetzt sind.

Die Stellung, der Weg bzw. die Bewegungsgeschwindigkeit der Membran wird zweckmäßig von einem einzigen oder einer Mehrzahl von Sensoren, wie mindestens einem induktiven und/oder kapazitiven Wegaufnehmer erfaßt, welcher im wesentlichen vollständig im Fluid-Raum bzw. im Zentrum der Membran oder Membran-Lagerung liegen kann. Steuersignale des Sensors werden über einen Wandler an einen Beobachter weitergeleitet, welcher den Istwert des genannten Membranzustandes mit dessen Sollwert vergleicht und ein davon abgeleitetes Steuersignal an einen Regler leitet. Diesem Regler, welcher taktweise den Membranzustand bzw. die Membrangeschwindigkeit vom Beobachter abfragen und digital verwerten kann wird der von der Signalquelle kommende Erreger-Signalstrom zweckmäßig über ein Tiefpaßfilter bzw. eine Frequenzweiche zugeführt, so daß er an seinem Ausgang Signale abgibt, die dem genannten Sollwert entsprechen. An diesen Ausgang ist daher der Beobachter angeschlossen. Der Regler erfaßt somit die Geschwindigkeit der Membran und steuert danach die Ventile über einen dem Sollwert-Anschluß des Beobachters nachgeordneten Impulsgeber, welcher an die Ventile die Steuersignale für deren Schließen bzw. Öffnen gibt. Die Steuerung kann dabei so erfolgen, daß bei geöffneten Einlaßventilen die Auslaßventile zwangsläufig geschlossen sind bzw. umgekehrt oder so, daß sich hinsichtlich des Öffnens bzw. Schließens der beiden Ventilgruppen Überschneidungen ergeben. Der Regler, der Impulsgeber, der Beobachter und/oder der Wandler sind zweckmäßig in einer einzigen Einheit, wie einem Rechner, einem Mikroprozessor oder dergl. zusammengefaßt.

Diese und weitere Merkmale gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und aus den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombinationen bei einer Ausführungsform der Erfindung und auf anderen Gebieten verwirklicht sein und vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführungen darstellen können, für die hier Schutz beansprucht wird. Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Lautsprecher-Anordnung in vereinfachter und teilweise geschnittener Darstellung und

Fig. 2 einen Ausschnitt der Fig. 1 in wesentlich vergrößerter Darstellung und teilweise abgewandelter Ausbildung.

Die Schallwiedergabe-Anordnung 1 gemäß Fig. 1 weist einen Lautsprecher 2 sowie eine von diesem gesonderte Antriebs-Einheit 3 auf, welche über ggf. biegeflexible Verbindungsleitungen geeigneter Länge lösbar mit dem Lautsprecher 2 zu verbinden ist.

Der Lautsprecher 2 weist einen gehäuse- bzw. schalenförmigen und gegenüber seiner Weite mehrfach flacheren Grundkörper 4 auf, dessen Schalenöffnung mit einer durchgehend eben plattenförmigen Membran 5 und deren Lagerung 6 druckdicht verschlossen ist. Die Lagerung 6 besteht im wesentlichen ausschließlich aus einem federelastischen, biegeflexiblen bzw. foliendün-

nen Lagerglied 7, welches als vorgefertigtes Profil bzw. Filmprofil mit einem Profilschenkel im Bereich der Schalenöffnung am Grundkörper 4 und mit einem weiteren Profilschenkel im Randbereich an der Membran 5 z. B. durch Haftung bzw. Klebung, befestigt ist. Zwischen den ggf. ebenen bzw. annähernd ebenenparallelen oder ebenengleichen Profilschenkeln bildet das Profil im Querschnitt einen nach vorne ausgebauchten, im Querschnitt teil- bzw. annähernd halbkreisförmigen Gelenkabschnitt nach Art eines Filmgelenkes, welcher hochflexibel ist und die Lücke zwischen den Außenkanten der Membran 5 und dem Schalenmantel überbrückt. Die durchgehend konstante Breite dieser Lücke kann in der Größenordnung der Membrandicke liegen. Die Lagerung 6 wirkt monostabil zur Ruhelage selbstrückstellend auf die Membran 5. Da das Lagerglied 7 ringförmig über den gesamten Umfang geschlossen an den Körpern 4, 5 befestigt ist, kann die Membran 5 im wesentlichen weder Kippbewegungen noch zur Membranebene parallele Querbewegungen, sondern nur rechtwinklig zur Membranebene liegende Hubbewegungen ausführen, bei welchen der unmittelbar an die Profilschenkel anschließende Bauchungsquerschnitt stets berührungsfrei bleibt. Die Grundform des Körpers 4 bzw. 5 bzw. 7 kann rund bzw. kreisrund und/oder eckig, wie rechteckig oder quadratisch, sein.

Der Grundkörper 4 und die Membran 5 umschließen gemeinsam einen Fluid-Raum 8, welcher wie die Membran 5 flachscheibenförmig ist und in Richtung 9 des Membranhubes eine gegenüber der Membrandicke von z. B. etwa 5 mm nur geringfügig größere Tiefe aufweist, die insbesondere im wesentlichen über seine gesamte Flächenerstreckung konstant ist. Der Raum 8 ist bis auf eine einzige oder mehrere insbesondere gesteuerte Kammeranschlußöffnungen druckdicht geschlossen und erstreckt sich entlang der Außenkante der Membran bis zur konkaven Innenseite der lang gestreckten Gelenkabschnitte des Lagergliedes 7. Zur Steuerung des Druckes, des Füllvolumens mit Luft, der Volumenänderungen des Raumes 8 bzw. der Membran-Hubbewegungen sind Steuermittel 10 vorgesehen, welche in einem geschlossenen Gehäuseraum unmittelbar an der von der Vorderseite der Membran 5 abgekehrten Rückseite des Grundkörpers 4 so vorgesehen sein können, daß sie im wesentlichen nicht über den Außenumfang der Körper 4, 5, 6, 7 bzw. des Raumes 8 vorstehen.

Der Grundkörper 4 weist einen über die Grundfläche der Membran 5 durchgehenden Boden 11 auf, dessen Innen- und/oder Außenseite durchgehend im wesentlichen eben sein und parallel zur Membran 5 liegen kann. Außerhalb der Außenkanten der Membran 5 geht der Boden 11 in einen einteilig mit ihm ausgebildeten, verhältnismäßig niedrigen Mantel 12 über, dessen Innenseite die Außenkante der Membran 5 mit im wesentlichen konstantem Abstand umgibt und dessen Vorderseite 13 bzw. vordere Kantenfläche etwa in der Ebene der äußeren Vorderfläche der in Ruhestellung stehenden Membran 5 liegen kann. An dieser Vorderseite 13, wie an der Vorderfläche der Membran 5, kann auch das Lagerglied 7 mit seinen Profilschenkeln befestigt sein, so daß über diese Vorderseite nur der bauchige Gelenkabschnitt vorsteht. Die Innenseiten der Membran 5, des Bodens 11, des Mantels 12 und des Lagergliedes 7 bilden im wesentlichen vollständig die Begrenzung des Raumes 8, welcher im wesentlichen nur mit Fluid gefüllt und von Feststoff-Füllungen frei ist.

Zwischen bzw. mit Abstand von den genannten Innenseiten und/oder ggf. ausschließlich an der Innenseite

des Bodens 11 münden in verschachtelter Rasteranordnung Einlaß-Öffnungen 14 und Auslaß-Öffnungen 15 für den Raum 8, wobei der Gesamtdurchlaßquerschnitt der jeweiligen Öffnungen 14 bzw. 15 so groß wie räumlich durch die Flächenerstreckung des Bodens 11 möglich gewählt werden kann, um möglichst geringe Strömungsreibungen zu gewährleisten. Dies trifft auch auf Kanäle 16, 17 zu, an welche jede Öffnung 14, 15 angeschlossen ist, nämlich die Öffnungen 14 an ständig unter Überdruck stehende Kanäle 16 und die Öffnungen 15 an ständig unter Unterdruck stehende Kanäle 17. Alle Kanäle 16, 17 können durch einen einteiligen Baukörper begrenzt sein, welcher z. B. schalenförmig und durch im Schaleninnern liegende Trennwände in die gesonderte Kanäle 16, 17 unterteilt ist. Die Kanäle 16 auf der vom Boden 11 abgekehrte Seite sind an einen gemeinsamen Sammel-Kanal 18 und die Kanäle 17 an einen gemeinsamen Sammel-Kanal 19 angeschlossen, welche zum Anschluß an die Einheit 3 dienen.

Jede Öffnung 14 bzw. 15 bildet eine Ventilöffnung für ein Einlaß-Ventil 20 bzw. ein Auslaß-Ventil 21, wobei das jeweilige Ventil 20 vollständig im Kanal 16 und das jeweilige Ventil 21 vollständig im Kanal 17 liegt. Jedes Ventil weist einen stoßförmigen, z. B. parallel zur Hubrichtung 9 hin und her gehend bewegbaren und ggf. einteiligen Ventil-Körper 22 auf, welcher über einen Ventil-Antrieb 23 bewegt wird, nämlich z. B. eine Magnetspule durchsetzt. Der Körper 22 bzw. der Antrieb 23 ist vollständig innerhalb des zugehörigen Kanals 16 bzw. 17 angeordnet. An dem dem Raum 8 zugekehrten, dem vom Raum 8 abgekehrten Ende und/oder zwischen diesen Enden bildet die jeweilige Öffnung 14, 15 einen Ventil-Sitz 24. Die zugehörige Wandung 11 kann im Bereich der sie durchsetzenden Öffnung 14, 15 durch eine Vertiefung an der Innen- und/oder Außenseite dünner als im übrigen Bereich ausgebildet sein, um die Axialerestreckung der Öffnung 14, 15 möglichst niedrig zu halten. Für das Schließen der Öffnung 14, 15 kann jeweils z. B. eine ringförmige Ventil-Dichtung 25 vorgesehen sein, nämlich an der Wandung 11 und/oder am Körper 22, um durch elastische Nachgiebigkeit einen sehr dichten Verschuß zu gewährleisten.

Die Kanäle 16, 17 liegen etwa parallel zur Hubrichtung 9, während die Kanäle 18, 19 quer dazu, bzw. etwa parallel zur Membran 5 liegen. Ihre Enden gehen jeweils in einen Anschluß-Kanal 26 bzw. 27 über, welcher nach hinten gerichtet sein kann und über eine Kanal-Kuppung 28 bzw. 29 druckdicht an die zugehörige Versorgungsleitung der Einheit 3 anzuschließen ist.

Die beiden Einheiten 2, 3 zugehörenden Steuermittel 10 enthalten eine am Lautsprecher 2 angeordnete Steuereinheit 30, welche z. B. an der die Kanäle bildende Baueinheit und/oder am Grundkörper 4 als Sockel gehalten sein kann. An dieser Baueinheit, z. B. an der Rückseite einer die Kanäle und die Steuereinheit 30 abdeckenden Gehäusehaube, ist ein Eingangs-Anschluß 31 für die Ausgangssignalleitung eines Verstärkers angeordnet. Der Anschluß 31 ist über eine Signalleitung 38 mit dem Eingang eines Tiefpaßfilters 32 verbunden, dessen Ausgang über eine Signalleitung 39 mit dem Eingang eines Reglers 33 verbunden ist. Dessen Ausgang ist über eine Signalleitung 40 mit einem Impulsgeber 34 verbunden, welcher zwei gesonderte Ausgänge, einerseits für die Ventile 20 und andererseits für die Ventile 21, aufweist. Der eine Ausgang ist über eine Signal- bzw. Steuerleitung 41 mit den Antrieben 23 aller Ventile 20 und der andere Ausgang über eine entsprechende Leitung 42 mit den Antrieben 23, aller Ventile 21 verbun-



den.

Die Bewegung bzw. Geschwindigkeit der Membran 5 wird von einem Sensor 35 überwacht, welcher innerhalb eines vertieften Bereiches des Raumes 8, z. B. im Bereich einer Vertiefung an der Innenseite der Wandung 11 und/oder im Zentrum der Membran 5 bzw. der Lagerung 6 liegen kann. Der Sensor 35 weist zwei gegeneinander bewegbare Glieder auf, von denen eines, z. B. eine Induktionsspuhle, an der Innenseite des Bodens 11 bzw. am Grundkörper 4 befestigt ist, während das andere, wie ein Permanentmagnet, an der Innenseite der Membran 5 befestigt ist. Die Befestigung kann allein durch Kleben bzw. Hartung an der jeweiligen Innenseite erfolgen, ohne daß die Innenseite ansonsten strukturell verändert bzw. mit Befestigungsöffnungen versehen sein muß. Vom Sensor bzw. Detektor 35 führt eine Signalleitung 43 zum Eingang eines Wandlers 36, welcher über eine Signalleitung 44 mit dem Eingang eines elektronischen Beobachters 37 verbunden ist. Ein weiterer Eingang dieses Beobachters 37 ist über eine Signalleitung 45 mit der Signalleitung 40 und ein Ausgang über eine Signalleitung 46 mit einem weiteren Eingang des Reglers 33 verbunden. Der Beobachter 37 vergleicht den durch den Signalstrom in der Signalleitung 40 gegebenen Sollwert mit dem vom Sensor 35 kommenden Istwert der Membran 5 und gibt ein von diesem Vergleich abgeleitetes Steuersignal an den Regler 33. Aufgrund dieses Steuersignales sowie des über die Signalleitung 39 eingehenden Steuersignales steuert der Regler 33 dann unter Zwischenschaltung des Impulsgebers 34 die Ventile 20, 21.

Zur stetigen und/oder intermittierenden Korrektur der Grund- bzw. Mittellage der Membran 5 gegen deren Ruhestellung oder dergl. kann der Sensor 35 eine elektronische Rückstellungs-Steuerung bewirken und/oder der Raum 8 kann über mindestens eine Ausgleichs- bzw. Drosselöffnung selbstausgleichend z. B. an die Außenatmosphäre angeschlossen sein. Diese Öffnung bzw. ein zugehöriger Kanal kann die Wandung 5, 7, 11 und/oder 12 durchsetzen.

Die Einheit 3 weist einen Fluid-Überdruckbehälter 47 und einen Fluid-Unterdruckbehälter 48 auf, von denen der erste über die Versorgungs-Leitung 51 an den Kanal 26 und der zweite über die Versorgungs-Leitung 52 an den Kanal 27 durch die Kupplungen 28, 29 anzuschließen ist. Die beiden Behälter 47, 48 sind über eine Verbindungs-Leitung 49 miteinander leitungsverbunden, in welche eine Pumpe 50 zwischengeschaltet ist. Für Vorhubbewegungen der Membran 5 wird der Behälter 47 über die Ventile 20 und für Rückhubbewegungen der Behälter 48 über die Ventile 21 an den Raum 8 angeschlossen. Die Leitungen 16, 17, 18, 19, 26, 27, 28, 29, 51, 52 haben zweckmäßig Mindest-Durchlaßquerschnitte von 10 bzw. 20 oder 30 mm<sup>2</sup>.

In Fig. 2 sind links und rechts von der Anschluß-Öffnung 14a verschiedene Ausführungsformen dargestellt. Der Ventilkörper 22 aus Metall bildet mit seiner Stirnfläche unmittelbar die Schließfläche des Ventiles, wobei die Öffnung 14 durch die ringförmige Ventil-Dichtung 25 begrenzt ist, welche versenkt in dem Boden 11a angeordnet sein kann. Die Öffnung 14 bzw. der diese bildende Durchlaßkanal in der Wandung 11a ist zum äußeren und/oder inneren Ende stetig bzw. progressiv zweckmäßig so erweitert, daß die engste Stelle nur ringlinienförmig begrenzt ist und praktisch keine Axialausdehnung hat. Im Falle des Ventiles 20a ist die elastische Dichtung 25a am Ende des Körpers 22a angeordnet, während der Ventilsitz 24a unelastisch formstabil ist. Die engste Stelle

der Öffnung 14a liegt hier unmittelbar im Anschluß an den Ventilsitz 24a und die Dichtung 25a bzw. der Körper 22a kann in seiner vorderen Endfläche eine topfartige Vertiefung aufweisen, um eine gegenüber dem Öffnungsweg progressive Erweiterung der Durchlaßquerschnitte des Ventiles zu erreichen. Dies ergibt sich auch hinsichtlich des Ventilkörpers 22b, dessen Schließbewegungen im Gegensatz zu der gegen den Raum 8 gerichteten der Ventilkörper 22, 22a nach außen gerichtet ist. Der Ventilsitz 24b ist hier durch eine nach innen bis zur Innenfläche der Wandung 11a stark stumpfwinklig bzw. abgerundet erweiterte Bohrung gebildet und liegt unmittelbar benachbart zum engsten Öffnungsbereich dieser Bohrung bzw. der Öffnung 14a. Der Ventilkörper 22b braucht zur Öffnung nicht oder nur unwesentlich über die Innenseite der Wandung 11a hinaus bewegt werden. Die Anordnung und Ausbildung des jeweiligen Ventilkörpers ist zweckmäßig jedoch so vorgesehen, daß er kolbenartig durch das Fluid in Richtung seiner Schließbewegung belastet und daher zur Erzielung einer nahezu verzögerungsfreien Schließung bei dieser Bewegung unterstützt wird. Die Ventilkörper 22, 22a sind daher insbesondere für die Öffnungen 14 bzw. 14a und der Ventilkörper 22b für die Öffnungen 15 geeignet.

Die Membran 5 weist einen einteiligen, plattenförmigen Kernkörper 53 auf, welcher an seiner äußeren bzw. vorderen Oberfläche mit einer Deckschicht 54 und an seiner hinteren Plattenfläche mit einer Deckschicht 55 vollflächig haftend und allseits an seine Kantenfläche 59 anschließend beschichtet ist. Die Schicht 54 bzw. 55 besteht zweckmäßig aus Papier und die innerhalb des Raumes 8 liegende Kantenfläche 59 kann unbeschichtet sein. Der Profilschenkel 56 des Lagergliedes 7 ist an der Außenseite der Schicht 54 vollflächig haftend so befestigt, daß er bzw. sein Übergang in den flexiblen Profilabschnitt 58 annähernd bis an die zugehörige Kantenfläche 59 reicht. Der andere Profilschenkel 57 reicht mit seinem Übergang annähernd bis an die Innenseite der Wandung 12a. Die Membran-Rückseite liegt im wesentlichen durchgehend parallel zur gegenüberliegenden Bodenfläche.

Die Wandungen 11a, 12a sind als gesonderte, zerstörungsfrei lösbar miteinander verbundene Bauteile gebildet, welche zweckmäßig in Richtung 9 gegeneinander verspannt sind und abgedichtet aneinander anschließen. Dadurch läßt sich die Membran 5 einfacher montieren bzw. auswechseln und die Ventile sind zur Justierung leicht zugänglich. Die Wandung 12a kann durch einen Ringmantel und die Wandung 11a durch eine ebene Platte gebildet sein. Vereinfachungen der Montage ergeben sich auch, wenn die Kanäle 16 und/oder 17 zu einer Baueinheit 60 bzw. einem einteiligen Körper zusammengesetzt sind, welcher einteilig mit der Wandung 11a oder durch einen gesonderten Teil gebildet sein kann, der zerstörungsfrei lösbar mit der Wandung 11a bzw. dem Körper 4a verbunden ist, z. B. so mit diesem in Richtung 9 verspannt ist, daß die Enden der Kanäle 16, 17 abgedichtet an der Außenseite der Wandung 11a anliegen. Dieser Körper 60 ist dann zweckmäßig wie die an seiner Rückseite liegende Steuereinheit 30 in dem abnehmbaren Deckel 61 untergebracht, welcher mit seinem offenen Haubenrand an der Rückseite des Körpers 4 bzw. der Wandung 11 anliegen kann und aus welchem im wesentlichen nur die Kanäle 26, 27 bzw. die zugehörigen Kupplungen 28, 29 heraustreten. Die Ventile 20, 21 bzw. Bauteile 22 bis 25 können am Körper 4, 4a bzw. 11, 11a und/oder 60 vormontiert bzw. gehalten sein, so daß sie beim Trennen diese Körper zur Wartung, Justierung

oder derg. im wesentlichen frei zugänglich sind.

In den Fig. 1 und 2 sind für einander entsprechende Teile die gleichen Bezugszeichen jedoch mit unterschiedlichen Buchstaben-Indizes verwendet, weshalb alle Beschreibungsteile sinngemäß für alle Ausführungsformen gelten. Durch die erfindungsgemäße Ausbildung ist ein Töner bzw. Tieftöner geschaffen, bei welchem der Resonanzfall der Membran auf einfache Weise vermieden und hinter der Membran ein größerer Luftpolster bzw. ein größerer Rückraum nicht erforderlich ist.

#### Patentansprüche

1. Lautsprecher, insbesondere Tieftöner, mit einem Grundkörper (4), einer Schall-Membran (5), einer Membran-Lagerung (6), einem Membran-Antrieb (3) zur schallabgebenden Hub-Bewegung der Membran (5) aufgrund eines modulierten Erreger-Signalstromes und mit einem durch die Membran (5) volumenveränderbaren Fluid-Raum (8) im Grundkörper (4), dadurch gekennzeichnet, daß Steuermittel (10) zur modulierten Fluid-Beaufschlagung des volumenveränderbaren Fluid-Raumes (8) wenigstens teilweise als Funktion des Signalstromes vorgesehen sind.
2. Lautsprecher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuermittel (10) wenigstens teilweise den Membran-Antrieb (3) bilden.
3. Lautsprecher nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Fluid-Beaufschlagung bzw. als Füllung des Fluid-Raumes (8) im wesentlichen ausschließlich ein kompressibles Fluid, wie Luft vorgesehen ist.
4. Lautsprecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Tiefe des Fluid-Raumes (8) in dessen flachstem bzw. über den größten Teil der Grundfläche der Membran (5) reichenden Bereich höchstens dem 3fachen des maximalen Membranhubes entspricht.
5. Lautsprecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Weite des Fluid-Raumes (8) höchstens geringfügig größer als die Grundfläche der Membran (5) bzw. der von der Membranlagerung (6) umschlossenen Fläche ist.
6. Lautsprecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Fluid-Einlaßöffnungen (14) und/oder Fluid-Auslaßöffnungen (15) der Rückseite der Membran (5) gegenüberliegend in den Fluid-Raum (8) münden.
7. Lautsprecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Einlaßöffnungen (14) und/oder Auslaßöffnungen (15) für Fluid in rasterartiger Anordnung im wesentlichen über die gesamte Grundfläche der Membran (5) gleichmäßig verteilt sind.
8. Lautsprecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (5) mit ihrer Rückseite unmittelbar an den Fluid-Raum (8) angrenzt.
9. Lautsprecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der quer zum Membranhub (9) liegenden Begrenzungen (5, 11) des Fluid-Raumes (8) im wesentlichen durchgehend eben ist.
10. Lautsprecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (5) durch eine annähernd ebene Platte gebildet ist.
11. Lautsprecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, die Tiefe des Fluid-Raumes (8) höchstens dem Doppelten der Membrandicke entspricht.
12. Lautsprecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Fluid-Beaufschlagung über mindestens ein Fluid-Ventil (20, 21), wie ein Magnetventil, gesteuert ist.
13. Lautsprecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im wesentlichen für jede Einlaß- bzw. Auslaßöffnung (14, 15) des Fluid-Raumes (8) ein gesonderter Ventilkörper (22) mit Ventilsitz (24) bzw. ein gesonderter Ventilantrieb (23) vorgesehen ist.
14. Lautsprecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß unmittelbar im Bereich von Einlaß- bzw. Auslaßöffnungen (14, 15) für den Fluid-Raum (8) jeweils ein Ventilsitz (24) gebildet ist.
15. Lautsprecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ventil-Antrieb (23), wie eine Magnetspule, der Steuermittel (10) im Strömungsweg des Fluids liegt.
16. Lautsprecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ventil-Antrieb (23) der Steuermittel (10) außerhalb des Fluid-Raumes (8) in einem Fluid-Anschlußkanal (16 bzw. 17) für den Fluid-Raum (8) liegt.
17. Lautsprecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Ventilebewegung der Steuermittel (10) annähernd parallel zur Hubbewegung (9) der Membran (5) vorgesehen ist.
18. Lautsprecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Durchlaßquerschnitte von Anschluß-Kanälen (16 bis 19) zur Fluidbeaufschlagung des Fluid-Raumes (8) im wesentlichen den größten Teil der Grundfläche des Fluid-Raumes (8) und/oder der Membran (5) bzw. der Membranlagerung (6) einnehmen.
19. Lautsprecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Einlaß- und Auslaßöffnungen (14, 15) für den Fluid-Raum (8) abwechselnd nebeneinander und/oder hintereinander angeordnet sind.
20. Lautsprecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Fluid-Ventil (20, 21) für den Fluid-Raum (8) unter der zugehörigen Fluid-Strömung bzw. dem zugehörigen Fluid-Druck selbstverstärkend zur Schließstellung belastet ist.
21. Lautsprecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (5) im wesentlichen aus einem Leichtbaustoff von weniger 150 kp/m<sup>3</sup> bzw. 1 kp/m<sup>2</sup> besteht.
22. Lautsprecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (5) unter einer dem Mehrfachen ihres Eigengewichtes entsprechenden Biegebelastung eigensteif ist.
23. Lautsprecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (5) wenigstens teilweise aus einem Schaumwerkstoff (53) besteht bzw. an mindestens einer Oberfläche mit einer dünnen Beschichtung (54, 55) versehen ist.
24. Lautsprecher nach einem der vorhergehenden

- Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuermittel (10) eine Weg- bzw. Steilungserfassung (35) für die Membran (5) enthalten.
25. Lautsprecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassung (35) im wesentlichen berührungs- bzw. reibungsfrei ist.
26. Lautsprecher nach Anspruch 24 und 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassung einen elektromechanischen Sensor (35), wie einen induktiven Wegaufnehmer, aufweist.
27. Lautsprecher nach einem der Ansprüche 24 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassung (35) zwei mit der Hubbewegung der Membran (5) gegeneinander bewegbare Erfassungsglieder, wie einen Tauchmagneten und mindestens eine Tauchspule, aufweist.
28. Lautsprecher nach einem der Ansprüche 24 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß ein Erfassungsglied (35), wie ein Permanent-Magnet oder dergleichen, unmittelbar an der Membran (5) und/oder ein Erfassungsglied unmittelbar an dem der Membran gegenüberliegenden Boden (11) des Fluid-Raumes (8) angeordnet ist.
29. Lautsprecher nach einem der Ansprüche 24 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassung (35) in einem gegenüber den Hauptbereichen des Fluid-Raumes (8) vertieften Bereich vorgesehen ist.
30. Lautsprecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuermittel (10) mindestens eine gesteuert mit dem Fluid-Raum (8) verbindbare Druckkapazität (47, 48, 51, 52, 28, 29, 26, 27, 18, 19, 16, 17), wie einen Druckspeicher-Behälter (47, 48), für das Fluid aufweisen.
31. Lautsprecher nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß gesonderte Druck-Kapazitäten (47, 48) für Überdruck und Unterdruck bzw. für die Einlaß- und Auslaßöffnungen (14, 15) vorgesehen sind.
32. Lautsprecher nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Druck-Kapazitäten (47, 48) über mindestens eine Fluid-Pumpe (50) aneinander angeschlossen sind.
33. Lautsprecher nach einem der Ansprüche 30 bis 32 sind, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Druckkapazität ein Kapazitäts-Volumen von mindestens dem 20- bis 50fachen des Fluid-Austausches im Fluid-Raum (8) je Sekunde aufweist.
34. Lautsprecher nach einem der Ansprüche 30 bis 33 sind, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Druck-Kapazität (47, 48) ein Kapazitäts-Volumen von mindestens dem 50- bis 100fachen des maximalen bzw. minimalen Volumens des Fluid-Raumes (8) aufweist.
35. Lautsprecher nach einem der Ansprüche 30 bis 34 sind, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei gesonderte Druck-Kapazitäten (47, 48) im wesentlichen gleiche Kapazitäts-Volumina haben bzw. die Pumpe (50) je Minute ein Fördervolumen aufweist, welches mindestens 10- bis 20fach größer als das jeweilige Kapazitäts-Volumen ist.
36. Lautsprecher nach einem der Ansprüche 30 bis 35 sind, dadurch gekennzeichnet, daß die jeweilige Druck-Kapazität (47, 48) über eine Hochdruck-Leitung (51, 28, 26, 18, 16 bzw. 52, 29, 27, 19, 17) mit dem Fluid-Raum (8) leitungsverbunden ist, welche unter den Arbeitsdruckschwankungen im Durchlaßquerschnitt im wesentlichen konstant ist.
37. Lautsprecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Fluid-Anschlußkanäle (16, 17) für den Fluid-Raum (8) an die Rückseite des Grundkörpers (4) anschließen.
38. Lautsprecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Fluid-Anschlußkanäle (16, 17) für den Fluid-Raum (8) bis zur jeweils zugehörigen Anschluß-Öffnung (14, 15) für den Fluid-Raum (8) einen Bestandteil einer zugehörigen Druck-Kapazität (47, 48) bilden bzw. eine gegenüber der Tiefe des Fluid-Raumes (8) größere lichte Weite haben.
39. Lautsprecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Signalstrom einem von der Membranbewegung beeinflussten und die Fluid-Beaufschlagung steuernden Regler (33) zugeführt wird.
40. Lautsprecher nach Anspruch 39, dadurch gekennzeichnet, daß an einem Signal-Eingang des Reglers (33) eine Beobachtereinheit (37) zum Sollwert-Istwert-Vergleich der Membranbewegung angeschlossen ist.
41. Lautsprecher nach Anspruch 39 oder 40, dadurch gekennzeichnet, daß an einen Ausgang des Reglers (33) ein Impulsgeber (34) mit gesonderten Ausgängen (41, 42) für das jeweilige Einlaßventil (20) und das jeweilige Auslaßventil (21) angeschlossen ist.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

